

ELECTROSTRICTIVE VIBRATOR CONTROL CIRCUIT FOR ULTRASONIC MACHINING DEVICE

Publication number: JP5104421

Publication date: 1993-04-27

Inventor: KATO SEIJI

Applicant: NIPPON ELECTRIC IND

Classification:

- international: B23B37/00; B24B1/04; B26B7/00; B26D7/08;
H03L7/06; H03L7/06; B23B37/00; B24B1/04;
B26B7/00; B26D7/08; H03L7/06; H03L7/06; (IPC1-7):
B23B37/00; B24B1/04; B26B7/00; B26D7/08; H03L7/06

- European:

Application number: JP19910290685 19911009

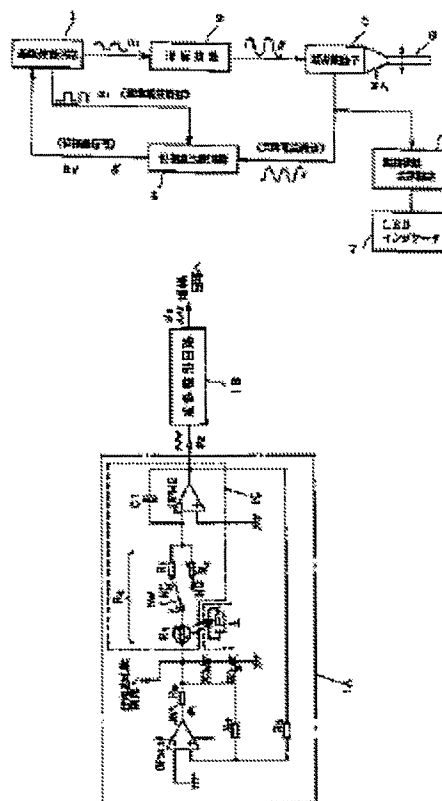
Priority number(s): JP19910290685 19911009

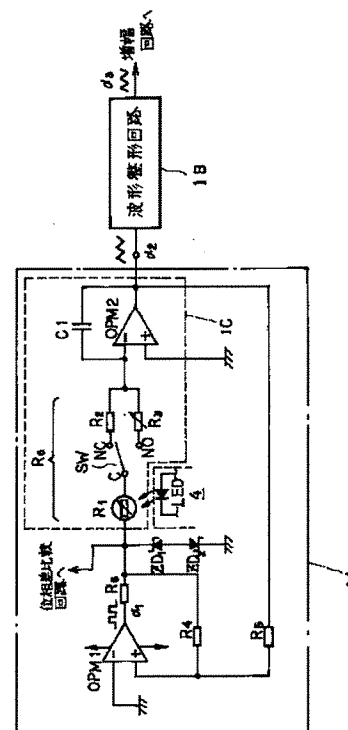
Report a data error here

Abstract of JP5104421

PURPOSE: To prevent separation of a detector and the occurrence of an abnormal sound by changing frequency of a reference oscillation circuit by means of a (cds) photocoupler while using a light signal outputted according to a phase difference signal of a phase difference comparing circuit, and adjusting resonance frequency slightly in an ultrasonic machining device to vibrate a file, etc., microscopically.

CONSTITUTION: For example, in the case of being replaced with a machine tool 6 such as to cause a load change in narrow fluctuation, operation of a changeover switch SW is not necessary. That is, a load current is outputted to a phase light circuit 4 from an electrostrictive vibrator 3 according to the load change smaller than a specific fluctuation width. On the other hand, when a constant reference voltage waveform α_1 is outputted from a reference oscillation circuit 1, a LED of a (cds) photocoupler of a phase difference comparing circuit 4 emits light according to voltage, and changes resistance of a light receiving section R1, and changes reference frequency. Thereby, a phase difference signal Hr of a voltage value is outputted to the reference oscillation circuit 1, and a resonance condition can be created. When a large load change is caused, the changeover switch SW is switched to the variable resistance R3 side, and coarse adjustment is carried out in the first place by means of a coarse adjustment knob.





【特許請求の範囲】

【請求項1】 基準周波数の正弦波信号を発振すると共に、共振周波数の調整のための基準電圧を出力する基準発振回路と、この基準発振回路から出力する正弦波の振幅を増大させる増幅回路と、この増幅回路からの正弦波を入力してヤスリやカッタ等の工具を微小振動させる電歪振動子と、この電歪振動子の振動により出力する負荷電流の波形と基準発振回路から出力する基準電圧の波形との位相を比較し、その位相差に応じた電圧を基準発振回路へ出力する位相差比較回路とを備えた超音波加工装置の電歪振動子制御回路において、前記位相差比較回路から出力する位相差信号に応じて発光する発光部と、基準発振回路内の三角波信号を出力する積分回路の抵抗の一部として可変抵抗素子を構成する受光部とからなるCdsホトカブラを備え、発光部からの光を受光して抵抗値を変化させ基準発振回路から発振する信号の周波数を変更させて共振周波数の微調整を行うと共に、

前記積分回路の一部を構成する抵抗として固定抵抗と可変抵抗とを設け、これらの抵抗を粗調整切替手段によって適宜切替えて使用するように構成したことを特徴とする超音波加工装置の電歪振動子制御回路。

【請求項2】 電歪振動子の振動により出力する負荷電流の一部を入力して振動状態を常時インジケータに表示する振動状態表示回路を備えたことを特徴とする請求項1に記載の超音波加工装置の電歪振動子制御回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、水晶振動子等の電歪振動子を用いてヤスリやカッタ等の工具を微小振動させて被加工物を加工する超音波加工装置に係り、特にその加工に用いる工具の種類や工具形状の変化したものに依りて電歪振動子を適正に調整する超音波加工装置の電歪振動子制御回路に関するものである。

【0002】

【従来の技術】超音波を効率的に利用して被加工物の加工や溶接を行うため、振動子として電歪振動子（例えばPZT）を用い、この振動子に振動振幅拡大用のホーンを接合した超音波加工機や超音波溶接機（以下超音波加工装置とよぶ）が提案されている。この超音波加工装置には、励振のために発振周波数が振動系の共振周波数に自動的に追尾する、振動帰還形発振器を用いることができる。

【0003】例えばこのようなものとして、図18に示すように、振動子100にホーン101を接合して振動系を構成するとともに、振動子100に電歪素子を振動検出器102として接合し、この検出器102により振動速度に比例した出力を取出し、これを帰還電圧として振幅制限回路103を経て増幅部における可変増幅度増幅器104入力端に正帰還させて発振させ、同時に振動

系の負荷変動に拘わらず振動速度を一定に保持するために帰還電圧の一部を検波回路105で整流し、これを基準電圧と比較してその差の電圧を可変増幅度増幅器104に加えて一種の整列負帰還を行い、振動振幅が一定となるよう制御した構成のものがある。

【0004】そして、この回路構成のものは、検波回路105の後段に増幅器106を設けており、この増幅器106の後段の時定数回路107はハンチングを防止するためのものである。また増幅部にはバンドパスフィルタ108及び電力増幅器109を備えている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、このような構成の発振制御回路の場合には、振動子100とは別に検出器102を用い、これを振動子100に接着させた構成となっているので、接着部分が振動のために熱を生じ、剥離し易いので、特殊な接着剤等が必要となる。また、その接着部分にすきまを生じ、異音が生ずるおそれもある。

【0006】さらに、このような構成のものでは、超音波加工機のようなものに使用する場合、例えば工具を変更するようなときにそれに合せて自動追尾するのに最適な固有振波数に調整する必要がある。ところが、その調整可能な周波数幅がそれ程広くなく、そのため専用のものを別途用意する等の措置が必要となる場合も考えられる。

【0007】そこで、この発明は、上記した欠点に鑑み、振動検出器を特に必要とせず、このため振動子に検出器を接着しなくともすみ、従って検出器の剥離や異音の発生が防止できる超音波加工装置の電歪振動子制御回路を提供することを目的とするものである。また、この発明は、各種工具を交換して使用する際に固有周波数の調整幅を広く設定でき、しかも工具に合せて最適な周波数の微調整を容易に行うこともできる超音波加工装置の電歪振動子制御回路を提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】即ち、この発明は、基準周波数の正弦波信号を発振すると共に、共振周波数の調整のための基準電圧を出力する基準発振回路と、この基準発振回路から出力する正弦波の振幅を増大させる増幅回路と、この増幅回路からの正弦波を入力してヤスリやカッタ等の工具を微小振動させる電歪振動子と、この電歪振動子の振動により出力する負荷電流の波形と基準発振回路から出力する基準電圧の波形との位相を比較し、その位相差に応じた電圧を基準発振回路へ出力する位相差比較回路とを備えた超音波加工装置の電歪振動子制御回路において、前記位相差比較回路から出力する位相差信号に応じて発光する発光部と、基準発振回路内の三角波信号を出力する積分回路の抵抗の一部として可変抵抗素子を構成する受光部とからなるCdsホトカブラ

を備え、発光部からの光を受光して抵抗値を変化させ基準発振回路から発振する信号の周波数を変更させて共振周波数の微調整を行うと共に、前記積分回路の一部を構成する抵抗として固定抵抗と可変抵抗とを設け、これらの抵抗を粗調整切替手段によって適宜切替えて使用するように構成したものである。

【0009】

【作用】この発明の超音波加工装置の電歪振動子制御回路は、位相差回路から基準発振回路に出力する位相差信号を入力し抵抗値を変化させて周波数を変更させるCdsホトカプラを使用しており、初期設定した基準周波数に対し特定範囲（例えば±3KHz前後）においては、位相差信号によってCdsホトカプラの抵抗値を変化させて周波数の変更を行い（微調整）常時電圧振動子を自動的に共振状態で動作することができる。これによって、特に形状に大きな変化のない工具へ取替えて使用する場合や、同一工具を使用するときに振動系におけるある程度の負荷変動、例えば振動子の発熱、先端工具の取付け具合或はある程度の形状変化等が発生する場合に自動追尾を行うことができる。

【0010】また、特定範囲をこえる大幅な負荷変動、例えば基準周波数に対し振動子固有の共振周波数が±3KHzをこえるような場合、例えば著しく形状が異なる工具への変換等の場合には、積分回路の一部に設けた可変抵抗を切替えて選択・使用し、インジケータによって表示される振動状態を見ながら基準周波数を大幅に自動調節（微調整）することもできる。

【0011】

【実施例】以下この発明の一実施例について添付図面を参照しながら説明する。図1はこの発明に係る超音波加工装置の電歪振動子制御回路を示すものであり、この電歪振動子制御回路は、基準発振回路1と、増幅回路2と、電歪振動子3と、位相差比較回路4と、振動状態表示回路5とを備えている。基準発振回路1は、基準周波数 f_0 （初期振動周波数）の正弦波信号を電歪振動子3側に向けて発振すると共に、共振周波数の調整のための基準電圧を位相差比較回路4へ出力するようになっている。この基準発振回路1は、図2に示すように、三角波（図4参照）を形成する三角波形成回路1Aとこの三角波を図5に示す正弦波に整形して電歪振動子3に向けて出力する波形整形回路1Bとから構成されている。

【0012】三角波形成回路1Aは、図3に示す方形波 α_1 を形成するオペアンプOPM1と、このオペアンプOPM1の出力にリミットをかけ、この出力の振幅を安定させるためのツェナーダイオードDZ₁、DZ₂と、位相差比較回路4との間に設けたCdsホトカプラの受光部R₁を含む抵抗R₀、コンデンサC₁及びオペアンプOPM₂で構成した積分回路1Cとから構成されている。そして、この三角波形成回路1Aは、積分回路1Cを構成する抵抗R₀、コンデンサC₁によって一義的に

決定される基準周波数 f_0 。

$$f_0 = 1 / 4 \cdot C_1 \cdot R_0$$

の三角波 α_2 （図4参照）を出力するようになっている。

【0013】また、この積分回路1Cを構成する抵抗R₀は、図2に示す如く切替スイッチSWによって固定抵抗R₂、可変抵抗R₃の何れかと手動で切替接続することによって、抵抗値を随時大幅に変更し基準周波数 f_0 も変更できるようになっている。また、このうち可変抵抗R₃に接続した場合には、粗調整つまみ（図略）によって粗く初期設定を行うことができるようになっている。また、Cdsホトカプラの受光部を構成する可変抵抗R₁は、振動子から（の振動により）出力する負荷電流波形に応じて基準周波数を微調整するようになっており、位相差比較回路4に設けたCdsホトカプラの発光部LEDから射出する発光光量（光強度）の変化に基づいて抵抗値が変化するようになっている。

【0014】なお、抵抗R₄、R₅は各々ツェナーダイオードでリミットされた電圧とOPM₂の出力とを比較し、OPM₁に正帰還させることによって正負の方形波を得るためのものである。また、オペアンプOPM₁から出力する方形波の一部を位相差比較回路4へ出力するため、抵抗R₆とCdsホトカプラの受光部R₁との間であつてツェナーダイオードZD₁との接合部分が位相差比較回路4側と接続されている。増幅回路2は、基準発振回路1から出力する正弦波の振幅を増大させ、図6に示す正弦波 β として電歪振動子3に出力するものである。

【0015】電歪振動子3は、図1に示す如く振動振幅拡大用のホーン3Aを接合すると共に、そのホーン3A先端部に被加工物の加工用工具6を取付けてある。また、この電歪振動子3は、増幅回路2から信号を入力して微小振動する際に、その振動に伴って図7に示す波形の負荷電流 γ を出力するようになっている。位相差比較回路4は、電歪振動子3の振動により出力する負荷電流 γ と基準発振回路1から出力する基準電圧 α_1 との各波形の位相を比較し、図8に示すようなその位相差に応じた電圧 δ' を基準発振回路1へ出力するものである。即ち、この位相差比較回路4は、図3に示すオペアンプOPM₁から出力された方形波 α_1 を図9に示すプラスのみに波形整形するとともに、図7に示す正弦波の負荷電流 γ を図10に示す方形波 γ' に波形整形し、かつこれら双方の波形の位相差をとって図11に示すような位相差波形（方形波） δ を形成するようになっている。また、この位相差比較回路4は、図11に示す位相差波形（方形波） δ において“H”の出力時間 Δt の長さに応じて図8に示すような電圧 ΔV

$$\Delta V \propto \Delta t$$

を発生するようになっている。

【0016】振動状態表示回路5は、電歪振動子3から

出力される図7に示すような波形 γ の負荷電流の一部を入力して電歪振動子3の振動状態をインジケータ7に表示するものである。即ち、このインジケータ7に表示される振動状態を目視で確認しながら、可変抵抗 R_1 の粗調整つまみを調節して最適な固有の基準周波数を設定することができるになっている。

【0017】次に、この実施例の動作について説明する。

(I) 大幅な負荷変動を生じるような工具6の交換等を行う場合、

①まず切替スイッチSWを可変抵抗 R_1 側に切替えると共に適当な値に粗調整つまみをセットする。

②すると、そのセット値に応じた基準周波数 f_1 で正弦波 α_1 が出力され、増幅回路2によって正弦波 α_1 の振幅が増大された正弦波 β を出力する。

③その出力された正弦波 β が電歪振動子3に入力したときに、交換した工具6の重量、長さ等に応じて決定されていた固有振動と共振するように基準周波数がセットされている場合には、LEDインジケータ7によって確認されるので、粗調整つまみは、その後調整しなくともよい。

④すると、基準電圧 α_1 と負荷電流 γ とが位相差比較回路4に入力するが、基準電圧 α_1 と負荷電流 γ とは殆ど位相差を生じておらず図12の如き“H”の出力時間 t_1 が短いので、それに合せて僅かな電圧値 V_1 の位相差信号 δ_1 が位相差比較回路4に出力される。なお、このとき工具6と基準周波数との差が大きい場合には、その差に応じて図14に示すような位相差信号 δ_2 が出力され、図15に示すその信号 δ_2 の“H”の出力時間 t_2 に合せた大きな電圧値 V_2 の位相差信号 δ_2 が出力される。また、その差がさらに大きいと、図16に示すような位相差信号 δ_3 が出力され、図17に示すその信号 δ_3 の“H”出力時間 t_3 に合せたさらに大きな電圧値 V_3 の位相差信号 δ_3 が出力される。

【0018】(II) 小さな負荷変動を生じるような工具6の取付具合の変化、振動子3の発熱、振動子3のある程度の形状変化を生じる場合、

①この場合には、粗調整つまみを調整する必要なく、つまり手動調整は一切行う必要がない。

②即ち、特定の幅以下で負荷が変動すると、それに合せて電歪振動子3から負荷電流が位相比較回路4へ出力される。

③一方、基準発振回路1からは一定の基準電圧波形が出力され、負荷電流と基準電圧との位相差に応じた電圧値の位相信号が、位相差比較回路4から基準発振回路1へ出力される。換言すれば、位相差比較回路4のCdsホトカブラの発光部であるLEDからその電圧に応じた光強度の光が射出し、光を受光したCdsホトカブラの受光部 R_1 はこの光強度に応じて抵抗値 R_1 が変化する。即ち、負荷変動が大きく(小さく)位相差が大きい(小

さい)場合には、発光部から大きな(小さな)強度で光が射出されるので抵抗値 R_1 が減少(増大)し、その結果基準周波数が大きく(小さく)なる。

④これにより、電圧値の位相差信号が形成され、位相差比較回路4から基準発振回路1へ出力される。

⑤従って、その位相差信号に応じてCdsホトカブラの受光部 R_1 は抵抗値が最適値に微調整され、同調状態となる。

【0019】

10 【発明の効果】以上説明してきたように、この発明に係る超音波加工装置の電歪振動子制御回路によれば、位相差回路から基準発振回路に出力する位相差信号を入力し抵抗値を変化させて周波数を変更させるためにCdsホトカブラを使用しており、初期設定した基準周波数に対し特定範囲(例えば $\pm 3\text{KHz}$ 前後)においては、位相差信号によってCdsホトカブラの抵抗値を変化させて周波数の変更を行い常時電圧振動子を自動的に共振状態で動作することができる。これによって、特に形状に大きな変化のない工具へ取替えて使用する場合や、同一工具を使用するときに振動系におけるある程度の負荷変動、例えば振動子の発熱、先端工具の取付け具合或はある程度の形状変化等が生じても、確実に自動追尾を行うことができる。また、基準周波数に対し振動子固有の共振周波数が特定範囲をこえる大幅な負荷変動、例えば著しく形状の異なる工具への交換等を行う場合には、積分回路の一部に設けた可変抵抗を切替えて選択・使用し、インジケータによって表示される振動状態を見ながら容易に基準周波数の大幅な調整作業を行うこともできる。

【図面の簡単な説明】

30 【図1】この発明に係る超音波加工装置の電歪振動子制御回路を示すブロック図である。

【図2】この発明に係る基準発振回路を示す回路図である。

【図3】この発明に係る三角波形成回路のオペアンプOPM1から出力される方形波を示す波形図である。

【図4】同三角波形成回路のオペアンプOPM2から出力される三角波を示す波形図である。

【図5】この発明に係る波形整形回路から出力される正弦波を示す波形図である。

40 【図6】図5に示す正弦波を増幅回路で増幅して得られる正弦波を示す波形図である。

【図7】この発明に係る電歪振動子から出力される負荷電流波形を示す波形図である。

【図8】この発明に係る位相差比較回路から出力する位相差信号を示す波形図である。

【図9】この発明に係る基準発振回路から出力した基準電圧波形を波形整形したときの波形図である。

【図10】この発明に係る電歪振動子から出力の負荷電流を方形波に波形整形したときの波形図である。

50 【図11】この発明に係る位相差比較回路において位相

差をとったときの波形図である。

【図12】この発明に係る位相差比較回路において求めた位相差が小さいときに出力する位相差信号の波形図である。

【図13】図12に示す波形図において“H”信号の出力時間に応じた電圧値を発生する位相差信号を示す波形図である。

【図14】この発明に係る位相差比較回路によって求めた位相差がある程度大きい場合に出力する位相差信号を示す波形図である。

【図15】図14に示す波形図において“H”信号の出力時間に応じた比較的大きな電圧値を発生する位相差信号を示す波形図である。

【図16】この発明に係る位相差比較回路において求めた位相差が大きい場合に出力する位相差信号を示す波形*

*図である。

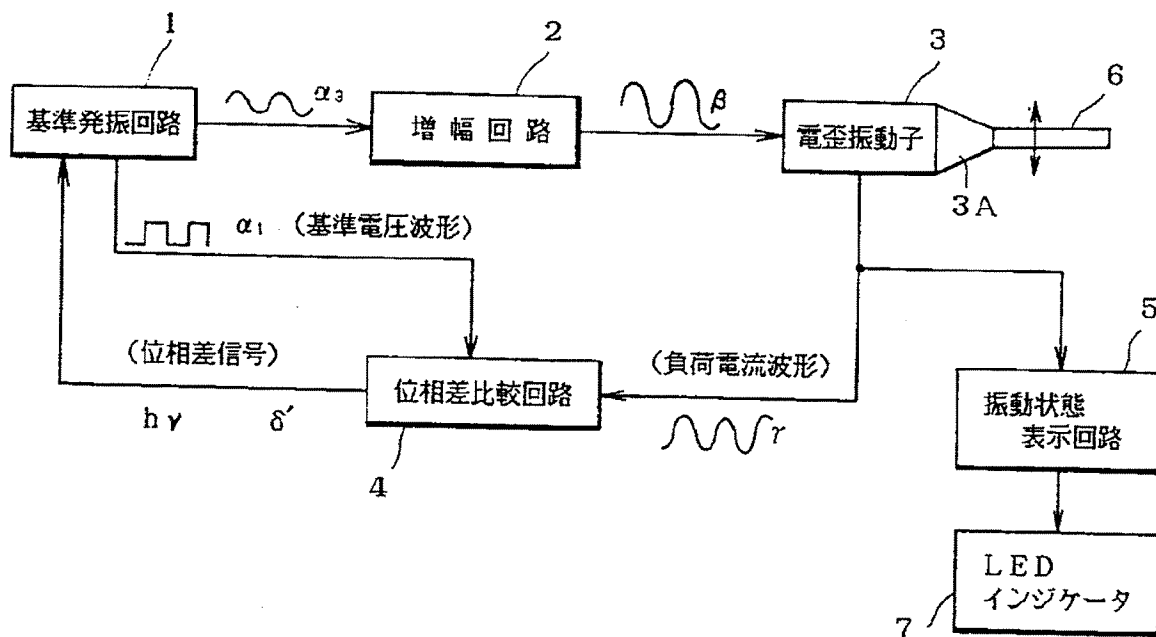
【図17】図16に示す波形図において“H”信号の出力時間に応じた大きな電圧値を発生する位相差信号を示す波形図である。

【図18】従来の高周波電源装置における発振制御回路を示す回路図である。

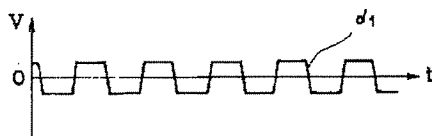
【符号の説明】

- 1 基準発振回路
- 2 増幅回路
- 3 電歪振動子
- 4 位相差比較回路
- 5 振動状態表示回路
- 7 LEDインジケータ
- SW 粗調整手段
- R: Cdsホトカプラ (受光部)

【図1】



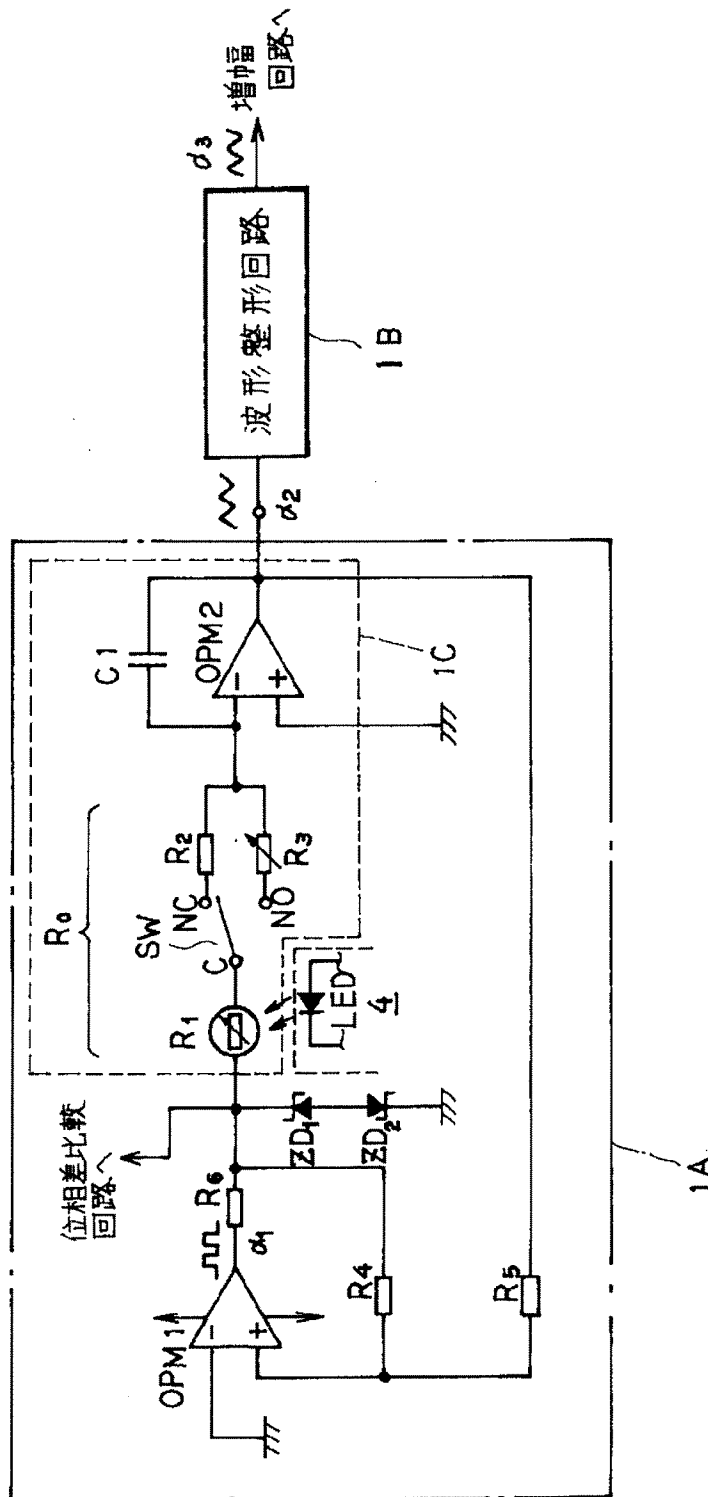
【図3】



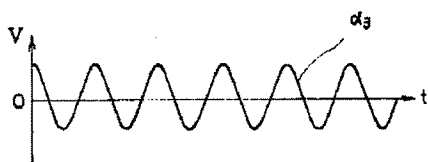
【図4】



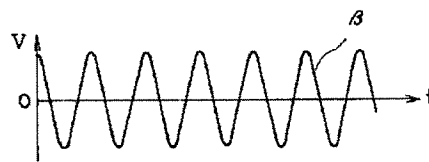
【図2】



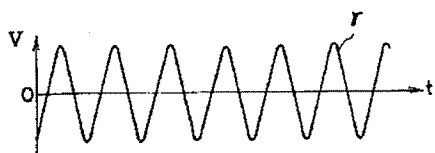
【図5】



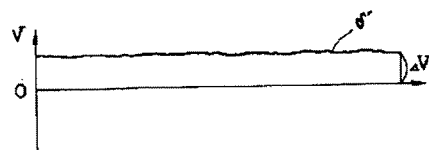
【図6】



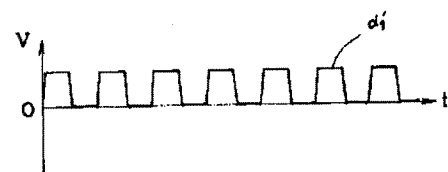
【図7】



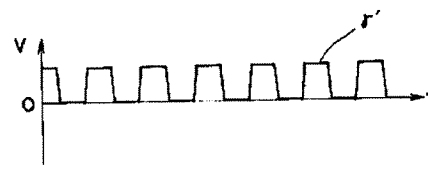
【図8】



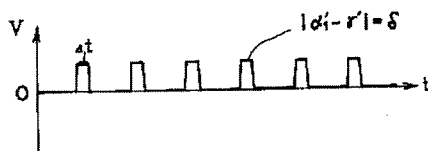
【図9】



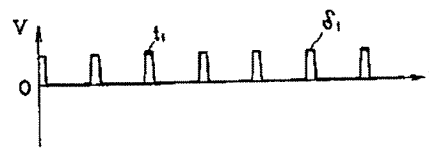
【図10】



【図11】



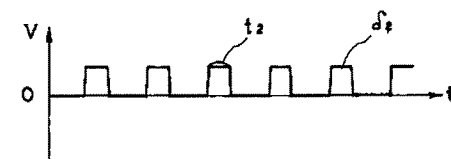
【図12】



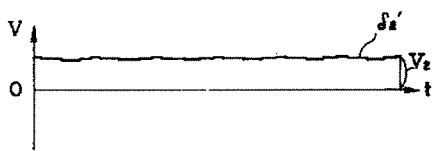
【図13】



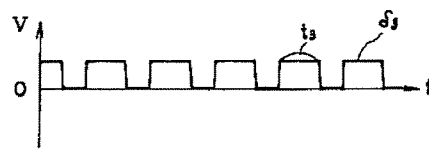
【図14】



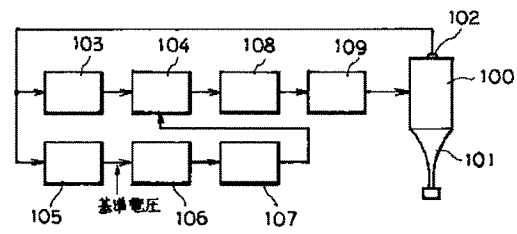
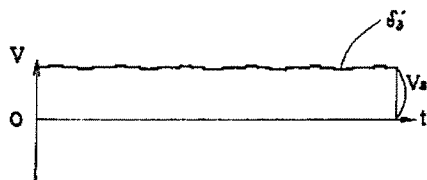
【図15】



【図16】



【图 18】



(51) Int. Cl. ⁵

H03L 7/06

識別記号

序内整理番号

FI

技術表示箇所